

2009 年度 修士論文要旨

量子細線中の 2 電子のカオスの振る舞いの研究

関西学院大学大学院理工学研究科

物理学専攻 澤田研究室 山田 明弘

理論物理の分野に於いては、これまで一次元や二次元の系の性質が頻繁に調べられて来た。これは、一般的に一次元系や二次元系は、三次元系よりもその性質を研究することが簡単であるため、また次元による違いを浮き彫りにしたいためである。過去においては、これらは主としてモデルとしてのみ意味を持つと考えられていた。しかし、近年の微細加工技術の進歩により、一次元系や二次元系、あるいは擬似的にそれらと同等の系を現実により作り出すことができ、物性の実験的観測が可能になった。

以上のことを踏まえ、本研究では三次元において 2 電子が量子細線内に閉じ込められた系を考え、細線の軸に垂直な方向には非常に狭い領域に電子は閉じ込められているとして、擬一次元的モデルを構築した。この系の量子論的および古典論的特性を調べた結果、電子間相互作用が比較的小さい場合は弱いカオスの傾向を示すことが分かった。これはこれまでに行われている一次元離散系の量子論の研究結果と一致する。一方、電子間相互作用がかなり大きくなった場合は、系は比較強いカオスを示すことが分かった。

この弱い、あるいは強いカオスの傾向の意味であるが、古典論においては、カオスであるにしても、ポアンカレマップにトーラスの残骸が見られる場合は弱いカオスと見なすことができ、そうでない場合は強いカオスと見なすことができる。一方、これに対応する量子論においては、エネルギー準位間隔分布がポアソン分布とウィグナー分布のいずれに近いかが、カオスの度合いを判定する手段になるが、古典論においてトーラスの残骸が多い場合はポアソン分布にかなり近いことが分かった。また、古典的にかなり強いカオスでも、トーラスの残骸がある場合はウィグナー分布からはずれることが分かった。以上のようなことが、古典的カオスと量子的カオスの対応であることが、この研究の結果、明らかになった。